

مقایسه پنج روش نمونه برداری فاصله‌ای برای برآورد ویژگی‌های کمی در جنگل‌های زاگرس

یوسف عسکری^{*۱}، محمود زبیری^۲ و هرمز سهرابی^۳

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.

پست الکترونیک: askari.yousef@yahoo.com

۲- استاد، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

۳- استادیار، گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۸

چکیده

استفاده از روش‌های نمونه‌برداری فاصله‌ای در مدیریت جنگل‌های زاگرس کاربرد گسترده‌ای دارد. در تحقیق حاضر، برآورد ویژگی‌های کمی روش‌های نمونه‌برداری نزدیکترین فرد، نزدیکترین همسایه، دومین نزدیکترین همسایه، روش ترکیبی و نقطه مشترک مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. روش نمونه‌برداری نزدیکترین فرد با برآورد کننده‌های *Byth & Ripley*، *Morisita* و *Byth & Ripley* و روش نزدیکترین همسایه با برآورد کننده‌های *Byth & Ripley* و دو برآورد کننده *Cottam & Curtis1* و *Cottam et al.* نیز مورد بررسی قرار گرفت. موقعیت کل درختان و درختچه‌های یک قطعه جنگل به مساحت ۵۳ هکتار واقع در شهرستان اردل استان چهارمحال و بختیاری ثبت گردید. با داشتن مقدار واقعی تعداد درختان در هکتار و درصد تاج پوشش و همچنین میزان برآوردی آنها، آریبی در هر تکرار به دست آمد. اختلاف مقدار آریبی با مقدار واقعی (برای آزمون آریبی) با آزمون *t* تک نمونه‌ای و تجزیه واریانس با آزمون گیمز هاول بررسی گردید. نتایج بدست‌آمده از ارزیابی برآورد تعداد در هکتار نشان می‌دهد که، اختلاف میانگین‌ها فقط در روش نزدیکترین همسایه با برآورد کننده *Cottam & Curtis1* معنی‌دار نمی‌باشد و در سایر روش‌ها اختلاف معنی‌دار است. در محاسبه درصد تاج پوشش نیز، اختلاف میانگین‌ها فقط در دو روش دومین نزدیکترین همسایه و روش ترکیبی معنی‌دار نیست و در سایر روش‌ها معنی‌دار می‌باشد. بر اساس نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌شود که برای برآورد تعداد در هکتار از روش *Cottam & Curtis1* و برای برآورد درصد تاج پوشش از روش‌های نمونه‌برداری ترکیبی و دومین نزدیکترین همسایه استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: نزدیکترین فرد، نزدیکترین همسایه، دومین نزدیکترین همسایه، روش ترکیبی و نقطه مشترک

مقدمه

آورده می‌شود (Mesdaghi, 2003). روش نمونه‌برداری فاصله‌ای یکی از روش‌های مورد استفاده در نمونه‌برداری جوامع گیاهی است که توسط اکولوژیست‌ها به منظور برآورد سریع پارامترهای جنگل و مرتع مورد استفاده قرار می‌گیرد. انگیزه اصلی توسعه این روش‌ها، برآورد تراکم بدون استفاده از قطعه نمونه است. نمونه‌برداری فاصله‌ای معمولاً برای یک گونه منفرد بکار می‌رود، و باعث

بوم‌شناسان گیاهی انواعی از روش نمونه‌گیری بدون قاب را توسعه دادند که به کلیه آنها روش‌های فاصله‌ای اطلاق می‌شود که از دو رویکرد عمومی از فواصل اندازه‌گیری - شده بهره می‌گیرند: ۱- نقاط تصادفی انتخاب و فاصله نقطه از نزدیکترین فرد اندازه‌گیری می‌شود؛ ۲- پدیده‌های تصادفی انتخاب و فاصله آنها از نزدیکترین همسایه بدست

Morisita و Batcheler & Bell (1970) مناسب هستند. Askari & Sohrabi (2011) تحلیل اریبی روش نمونه- برداری نزدیکترین همسایه را با برآورد کننده‌های مختلف در جنگل‌های زاگرس مرکزی بررسی کردند، طبق نتایج بدست‌آمده این روش اریب (کم برآورد) تشخیص داده شد. Keiani (2011) به مقایسه کارایی روش‌های نمونه- برداری فاصله‌ای در تاغ‌زارهای منطقه سیاهکوه استان یزد پرداخت، نتایج تحقیق وی نشان داد که برای برآورد تراکم از بین روش‌های فاصله‌ای، روش‌های زاویه منظم برای سومین فرد و مربع تی پس از روش‌های چند درختی و برای برآورد تاج پوشش روش‌های مربع با نقطه مرکزی و چند درختی در این منطقه مناسب هستند. (1994) Engerman *et al.* در تحقیقی با عنوان "مقایسه روش‌های فاصله‌ای برآورد تراکم با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری (مونت کارلو)" تعدادی از روابط فاصله‌ای را با دیگر روابط در روش‌های مختلف نمونه‌برداری فاصله‌ای، بررسی کردند. نتایج حاصل از این فرمول‌ها، از فرمول‌های دیگر روش‌ها ضعیف‌تر بودند. (2006) Kleinn & Vilcko با مروری بر روش‌های مختلف اندازه‌گیری فاصله میان n درخت نزدیک به مرکز قطعه نمونه و ذکر مسئله محاسبات آماری در این روش‌ها، سعی در ارائه یک روش جدید برای انجام محاسبات در این روش‌ها داشتند. در این مطالعه آنها به جای اندازه‌گیری فاصله تا n امین درخت، فاصله بین درخت n و $n+1$ را در نظر گرفتند. (2012) Kissa & sheil به مقایسه سه روش فاصله‌ای، ترانسکت و ترانسکت با عرض ثابت برای تعیین تراکم درختی در جنگل‌های تروپیکال، در پارک Bwindi اوگاندا پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که روش‌های فاصله‌ای حتی در شرایط سخت (توپوگرافی، پوشش و عوارض زمین) بهترین نتایج را ارائه می‌دهند. هدف از این تحقیق، مقایسه پنج روش نمونه‌برداری فاصله‌ای برای برآورد ویژگی‌های کمی جنگل شامل تعداد در هکتار و درصد تاج پوشش است.

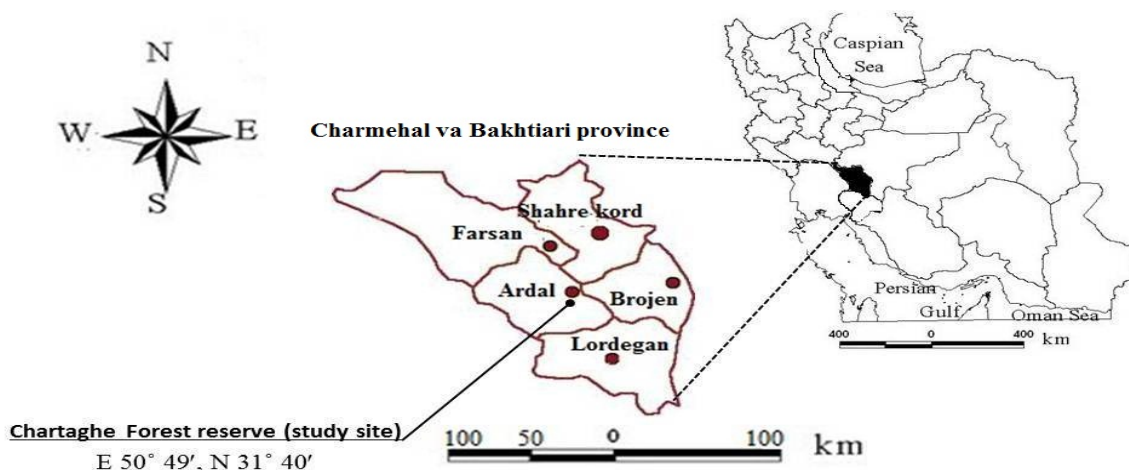
صرفه‌جویی در زمان شده و صحت برآورد را نیز افزایش می‌دهد (Beasom & hauck, 1975). تحقیقات متعددی تاکنون در زمینه بررسی دقت و صحت روش‌های نمونه‌برداری صورت گرفته است. گرچه در مواردی قابلیت این روش‌ها مورد تأیید قرار گرفته است، اما موارد دیگری نیز وجود دارد که این روش‌ها را اریب نشان داده‌اند. از جمله مهمترین عوامل تأثیرگذار بر صحت برآوردها در این روش، الگوی پراکنش مکانی افراد است. بنابراین می‌توان برای جنگل‌های مختلف و نیز گونه‌های مختلف جنگل انتظار نتایج متفاوتی از نظر اریبی این روش‌ها داشت. (2003) Ghasemi Ghochghar *et al.* در تحقیقی روش نزدیکترین فرد برای برآورد تراکم در جنگل‌های شمال کشور را ارزیابی کردند و نتایج نشان داد که روش نزدیکترین فرد نسبت به روش قطعه نمونه با مساحت ثابت و قطعه نمونه اندازه‌گیری شده با رلاسکوب در مورد تعداد در هکتار و متوسط سطح مقطع برابر سینه، دارای خطای از معیار بیشتری بود، اما در مقایسه با روش شش درختی پرودن، این روش خطای از معیار کمتری داشت. (2007) Karamshahi در منطقه کارزان ایلام روش‌های آماربرداری نزدیکترین همسایه $K-nn$ و روش $Kw-nn$ ، روش خط نمونه بر اساس تئوری احتمالات، روش خط- قطعه نمونه و روش منظم تصادفی با قطعه نمونه دایره‌ای شکل را با هم مقایسه نمود و روش آماربرداری $K-nn$ برای پنج درخت را به‌عنوان مناسب- ترین روش آماربرداری برای تعیین تعداد در هکتار و سطح تاج پوشش معرفی نمود. (2010) Safari *et al.* از روش نزدیکترین فرد برای بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه بنه در جنگل‌های زاگرس استفاده کردند که نتایج بیانگر الگوی مکانی کپه‌ای بود. (2010) Heidari *et al.* به بررسی صحت روش نمونه‌برداری نزدیکترین فرد در جنگل‌های غرب پرداختند، آنها طبق نتایج بدست‌آمده از برآورد کننده‌های مختلف نتیجه گرفتند که در برآورد تعداد در هکتار درختان در جنگل مورد بررسی با توجه به معیار صحت قابل قبول، روابط ارائه شده توسط (1957)

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

ذخیره‌گاه جنگلی چهارطاق اردل در ۱۰۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرکرد و ۴۰ کیلومتری شهرستان اردل و مجاورت روستای چهارطاق با مساحتی معادل ۴۰۰ هکتار قرار گرفته است. از نظر جغرافیایی در حد فاصل ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و ۳۴ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۵۲ دقیقه و ۴۴ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۸ دقیقه و ۳۹ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه و ۱۱ ثانیه طول شرقی واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا در این رویشگاه از حداقل ۲۱۰۰ متر

از کنار رودخانه سبزکوه تا ۳۱۰۰ متر در ارتفاعات کوه کلار متغیر است. بر اساس بررسی‌های انجام شده و مطابق آمار بلندمدت ایستگاه کليما توژی منطقه، میانگین بارندگی سالیانه منطقه معادل ۵۳۰/۱۵ میلی‌متر، حداقل درجه حرارت مطلق ۱۹/۵- درجه سانتیگراد و حداکثر درجه حرارت مطلق ۳۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. بر اساس روش دومارتن منطقه مورد مطالعه جزو اقلیم نیمه مرطوب محسوب می‌گردد (شکل ۱) (Jahanbazi et al., 1999).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نسبت به نقشه کشوری و نقشه استانی

بودجه و امکانات تحقیق، ۵۳ هکتار انتخاب و آماربرداری صد در صد در آن اجرا و موقعیت مکانی درختان و مشخصات آنها ثبت گردید. سپس اطلاعات به دست آمده به صورت یک لایه نقطه‌ای در محیط GIS وارد شد. برای اجرای روش‌های مذکور، ابعاد شبکه با توجه به شرایط توپوگرافی و شیب غالب منطقه، ۱۵۰×۱۰۰ متر انتخاب و نقاط نمونه در آن شبکه پیاده گردید.

این ذخیره‌گاه از تنوع و تراکم گونه‌ای فراوانی برخوردار است و طبق داده‌های ثبت شده، تعداد و تنوع درختچه در منطقه آماربرداری از تعداد درختان بیشتر بوده است (۵۴ درصد برای گونه‌های درختچه‌ای و ۴۶ درصد گونه‌های درختی). لازم به ذکر است منطقه مورد مطالعه از سال ۱۳۶۲ تاکنون به‌عنوان ذخیره‌گاه جنگلی تحت حفاظت می‌باشد.

روش اجرای نمونه برداری نزدیکترین فرد

در این روش در هر نقطه تصادفی، نزدیکترین درخت به

روش پژوهش

در این تحقیق از سطح ۴۰۰ هکتاری منطقه بر اساس

دومین نزدیکترین همسایه وارد می‌کنیم.

روش اجرای نمونه‌برداری ترکیبی

این روش ترکیبی از دو روش نزدیکترین فرد و نزدیکترین همسایه می‌باشد. در این روش هم فاصله بین نزدیکترین فرد و هم فاصله بین نزدیکترین همسایه اندازه‌گیری می‌گردد. یعنی هم فاصله نقطه نمونه‌برداری تا نزدیکترین فرد به آن مشخص و اندازه‌گیری می‌گردد و هم فاصله نزدیکترین فرد به فرد انتخاب شده در مرحله قبل اندازه‌گیری و مشخصات آن ذکر می‌شود.

روش اجرای نمونه‌برداری نقطه مشترک

در این روش فاصله نقطه نمونه‌برداری تا نزدیکترین فرد به آن و مشخصات آن فرد اندازه‌گیری می‌شود. در مرحله دوم فاصله نزدیکترین فرد به فرد انتخاب شده در مرحله اول و مشخصات آن ثبت می‌گردد. در مرحله آخر فاصله نزدیکترین فرد به فرد انتخاب شده در مرحله دوم و مشخصات آن اندازه‌گیری می‌شود.

آن را مشخص و فاصله بین آنها به عنوان نزدیکترین فرد اندازه‌گیری می‌شود. سپس با استفاده از سه برآورد کننده متفاوت به ارزیابی پارامترهای کمی (تعداد در هکتار و سطح تاج پوشش) در آن پرداخته شد (جدول ۱).

روش اجرای نمونه‌برداری نزدیکترین همسایه

در این روش در هر نقطه تصادفی پس از تعیین نزدیکترین درخت به نقطه تصادفی، نزدیکترین همسایه به این فرد را تعیین کرده و فاصله بین این دو درخت اندازه‌گیری می‌شود. سپس با استفاده از سه برآورد کننده متفاوت به ارزیابی پارامترهای کمی در آن پرداخته شد (جدول ۲).

روش اجرای نمونه‌برداری دومین نزدیکترین همسایه

در این روش در هر نقطه نمونه‌برداری، نزدیکترین فرد به آن را مشخص کرده و در مرحله بعد نزدیکترین همسایه به فرد مشخص شده را انتخاب و در مرحله آخر نزدیکترین همسایه به فرد مشخص شده در مرحله قبل را مشخص و مشخصات و همچنین فاصله آن را به‌عنوان

جدول ۱- فرمول محاسبه برآورد کننده‌های متفاوت در روش نزدیکترین فرد

فرمول	مشخصات	برآورد کننده
$\hat{N}_M = \frac{n-1}{\pi \sum (r_{pi}^2)}$	\hat{N}_M و \hat{N}_C = برآورد تراکم جمعیت n = تعداد نمونه (تعداد قطعات نمونه - برداری)	(۱) (Morisita, 1957)
$\hat{N} = \frac{n}{\pi \sum (r_{pi}^2)}$	r_{pi} = فاصله بین نقاط نمونه و نزدیکترین فرد	(۲) (Byth & Ripley, 1980)
$\hat{N}_C = \frac{1}{4 \left[\sum r_{pi} / n \right]^2}$		(۳) (Cottam et al., 1953)

جدول ۲- فرمول محاسبه برآورد کننده‌های متفاوت در روش نزدیکترین همسایه

فرمول	مشخصات	برآورد کننده
$\hat{N} = \frac{n}{\pi \sum (r_{ni}^2)}$	$\hat{N} =$ برآورد تراکم جمعیت در واحد سطح $= n$ تعداد نمونه (تعداد قطعات نمونه برداری) $r_{ni} =$ فاصله بین فرد اول و نزدیکترین همسایه	(۴) Byth & Ripley
$\hat{N}_{cc1} = \frac{1}{4[\sum r_{ni}/n]^2}$	\hat{N}_{cc1} و $\hat{N}_{cc2} =$ برآورد تراکم جمعیت در واحد سطح	(۵) Cottam & Curtis 1
$\hat{N}_{cc2} = \frac{1}{278[\sum r_{ni}/n]^2}$	$= n$ تعداد نمونه (تعداد قطعات نمونه برداری) $r_{ni} =$ فاصله بین فرد اول و نزدیکترین همسایه	(۶) Cottam & Curtis ۲

الگوی پراکنش مکانی

برآورد تراکم از تمامی روش‌های فاصله‌ای به شدت تحت تأثیر الگوی پراکنش مکانی است. در این روش‌ها اگر گیاهان و حیوانات الگوی پراکنش تصادفی داشته باشند برآورد تراکم نارویب خواهد بود و اگر الگوی پراکنش کپه‌ای باشد، برآورد تراکم اریبی خواهد داشت (Krebs, 1989). برای کمی کردن پراکنش جمعیت‌های طبیعی، شاخص‌های متعددی برای استفاده در اندازه‌گیری‌های فاصله‌ای وجود دارد. یکی از این شاخص‌ها، شاخص Johnson & Zimmer است که بر مبنای فاصله نقطه نمونه برداری تا فرد استوار است (Ludwig & Reynolds, 1988). در این تحقیق برای تعیین الگوی پراکنش درختان منطقه از این شاخص استفاده شد که در رابطه ۷ آمده است:

$$z = \frac{I - 2}{\sqrt{\frac{4(n-1)}{(n+2)(n+3)}}} \quad (۸)$$

اگر مقدار z بین دو عدد $+1.96$ و -1.96 قرار بگیرد، فرض تصادفی بودن الگوی پراکنش در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد پذیرش واقع می‌گیرد، در غیر این صورت، این فرض رد می‌شود.

$$I = \left[\frac{(n+1) \left(\sum_{i=1}^n (r_{pi}^2)^2 \right)}{\left[\sum_{i=1}^n (r_{pi}^2) \right]^2} \right] \quad (۷)$$

$I =$ شاخص پراکنش Johnson & Zimmer

$$N_2 = \frac{1}{2.778 [\bar{r}_n]^2}$$

$$\hat{N}_3 = \frac{1}{2.778 [\bar{r}_m]^2}$$

- درصد تاج پوشش $\hat{N} = \frac{1}{2.778 [\bar{r}_m]^2}$ با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده، سطح تاج تک تک درختان به صورت رابطه زیر محاسبه می شود:

$$cc_i = \frac{\pi}{4} (CD_{1i} * CD_{2i}) \quad (12)$$

cc_i سطح تاج درخت به متر مربع، CD_{1i} و CD_{2i} قطر بزرگ و قطر کوچک درخت i به متر است. در مرحله بعد سطح متوسط تاج یک درخت با تقسیم حاصل جمع تاج تمام درختان اندازه گیری شده در \hat{N}_1 و \hat{N}_2 مورد نظر بر تعداد آنها مطابق رابطه زیر بدست می آید $\hat{N} = \frac{\hat{N}_1 + \hat{N}_2}{2}$ نزدیکترین همسایه از سطح تاج پوشش دو درخت (درختان اول و دوم)، و در روش دومین نزدیکترین همسایه نیز از اطلاعات مربوط به سطح تاج پوشش دو درخت (درختان دوم و سوم) استفاده می شود. محاسبه درصد تاج پوشش درختان در روش ترکیبی مانند روش نزدیکترین همسایه می باشد و در هر نقطه نمونه برداری از سطح تاج پوشش درخت استفاده می شود. محاسبه درصد تاج پوشش درختان در روش نقطه مشترک مانند روش نزدیکترین همسایه می باشد ولی در این روش در هر نقطه نمونه برداری از مشخصات سه درخت استفاده می شود (Zobeiri, 2002).

$$\bar{cc} = \frac{\sum_{i=1}^n cc_i}{n} \quad (13)$$

\bar{cc} میانگین سطح تاج یک درخت به متر مربع

cc_i سطح تاج درخت i به متر مربع

n = تعداد کل درختان اندازه گیری شده

درصد تاج پوشش از رابطه زیر بدست می آید:

برآورد پارامترهای کمی در سایر روش های نمونه برداری فاصله ای

الف- دومین نزدیکترین همسایه (Cottam & Curtis, 1956) (9)

$$\bar{r}_m = \frac{\sum_{i=1}^n r_{mi}}{n}$$

\hat{N} = برآورد تراکم جمعیت در واحد سطح
 \bar{r}_m = فاصله بین فرد دوم و نزدیکترین همسایه آن در نقطه نمونه برداری

ب- روش ترکیبی (Diggel, 1975) (10)

$$N_1 = \frac{1}{4 [\bar{r}_p]^2}$$

$$N_2 = \frac{1}{2.778 [\bar{r}_n]^2}$$

\hat{N} = برآورد تراکم جمعیت در واحد سطح

\bar{r}_p = فاصله نقطه نمونه برداری تا درخت

\bar{r}_n = فاصله درخت به نزدیکترین همسایه

ج- نقطه مشترک (Engerman et al., 1994) (11)

\hat{N} = برآورد تراکم جمعیت در واحد سطح

$$\hat{N} = \frac{\hat{N}_1 + \hat{N}_2 + \hat{N}_3}{3}$$

\bar{r}_p = فاصله نقطه نمونه برداری تا درخت

\bar{r}_n = فاصله درخت به نزدیکترین همسایه

$$N_1 = \frac{1}{4 [\bar{r}_p]^2}$$

\bar{r}_m = فاصله درخت دوم تا سوم

$$cc \% = \frac{\hat{N}_{ha} \times \overline{cc}}{100} \quad (14)$$

$cc \% =$ درصد تاج پوشش

$\hat{N}_{ha} \times \overline{cc}$ = سطح تاج در هکتار به متر مربع

\hat{N}_{ha} = تعداد در هکتار

نتایج

در جدول ۳ نتایج حاصل از آماربرداری زمینی با توجه به سطح ۵۳ هکتاری منطقه آماربرداری وارد شده است. زالزالک بیشترین و صنوبر کمترین تعداد پایه ثبت شده را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین بیشترین درصد تاج پوشش مربوط به گونه ارس و کمترین آن متعلق به گونه صنوبر است. البته اطلاعات مربوط به گونه‌های خشک‌دار در این محاسبات وارد نشدند.

تجزیه و تحلیل اریبی و میزان آن به کمک نرم‌افزار SPSS و با استفاده از آزمون t تک نمونه‌ای انجام شد. همچنین برای بررسی همگنی واریانس از آزمون Leven (لون) استفاده گردید. هر یک از روش‌های فاصله‌ای مورد بررسی با تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و میانگین آنها با توجه به همگن نبودن واریانس‌ها با آزمون Games-

جدول ۳- نتایج توصیفی آماربرداری صد در صد

گونه	تعداد پایه ثبت شده	تعداد در هکتار	سطح تاج پوشش
زالزالک	1453	27/41	۰/۷۵
زبان گنجشک	893	16/84	۱/۴
بلوط	494	9/32	۱/۱
بنه	42	0/79	۰/۱۳
صنوبر	18	0/33	۰/۰۲۵
بید	35	0/66	۰/۱
ارس	671	12/66	۲/۰۶
کیکم	97	1/83	۰/۱۲
راناس	1378	26	۰/۲
بادام	740	13/96	۰/۱۹
شن	630	11/88	۰/۲
شیرخشت	496	9/35	۰/۱۷
دافنه	593	11/18	۰/۱۱
محلبل	429	8/09	۰/۲۵
مجموع	۷۹۶۹	۱۵۰/۳۵	۶/۸

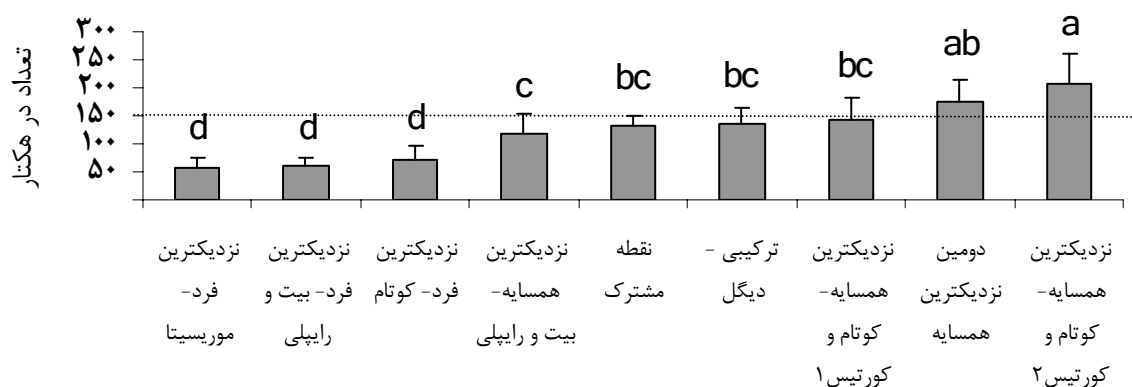
در جدول ۴ نتایج حاصل از تجزیه واریانس روش‌های مختلف نمونه‌برداری فاصله‌ای در برآورد تعداد در هکتار وارد شده است.

جدول ۴- تجزیه واریانس روش‌های مختلف نمونه‌برداری فاصله‌ای برای برآورد تعداد در هکتار

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	sig
روش نمونه‌برداری	۸	۴۰۹۵۲۱	۵۱۱۹۰	۴۷/۹ (***)	0/000
خطا	۱۶۷	۱۷۸۳۱۳	۱۰۶۷		0/000
کل	۱۷۵				0/000

برداری نزدیکترین همسایه با برآورد کننده Cottam and Curtis2 (1956) دارای بیشترین و روش نزدیکترین فرد با برآورد کننده Morisita (1957) دارای کمترین برآورد می‌باشد (شکل ۲). لازم به ذکر است در شکل‌های ۲ و ۳ مقدار واقعی به صورت خط افقی مشخص شده است.

نتایج بیانگر این مطلب است که بین روش‌های مختلف نمونه‌برداری فاصله‌ای در برآورد تعداد در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. از آنجا که نتایج آزمون لون بیانگر عدم همگنی واریانس‌ها بود، از آزمون گیمز هاول برای مقایسات چندگانه میانگین‌ها استفاده شد. طبق این نتایج از بین روش‌های مختلف، روش نمونه-



شکل ۲- برآورد تعداد در هکتار در روش‌های مختلف نمونه‌برداری و تحت برآورد کننده‌های متفاوت

فرد با برآورد کننده Morisita (1957) دارای کمترین برآورد می‌باشد (شکل ۲).

طبق این نتایج از بین روش‌های مختلف، روش نمونه‌برداری نزدیکترین همسایه با برآورد کننده Cottam & Curtis2 (1956) دارای بیشترین و روش نزدیکترین

جدول ۵- تجزیه واریانس روش‌های مختلف نمونه‌برداری برای برآورد درصد تاج پوشش در هکتار					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	اماره F	sig
روش نمونه‌برداری	۸	۴۹۷	۶۲	۱۴/۷ (***)	0/000
خطا	۱۶۷	۷۰۳	۴		0/000
کل	۱۷۵	۱۲۰۰			0/000

نمونه‌برداری فاصله‌ای در برآورد درصد تاج پوشش در هکتار وجود دارد. با استفاده از تحلیل واریانس، مشخص گردید که واریانس‌ها همگن نیستند؛ بنابراین از آزمون Games-Howell برای مقایسات میانگین‌ها استفاده شد.

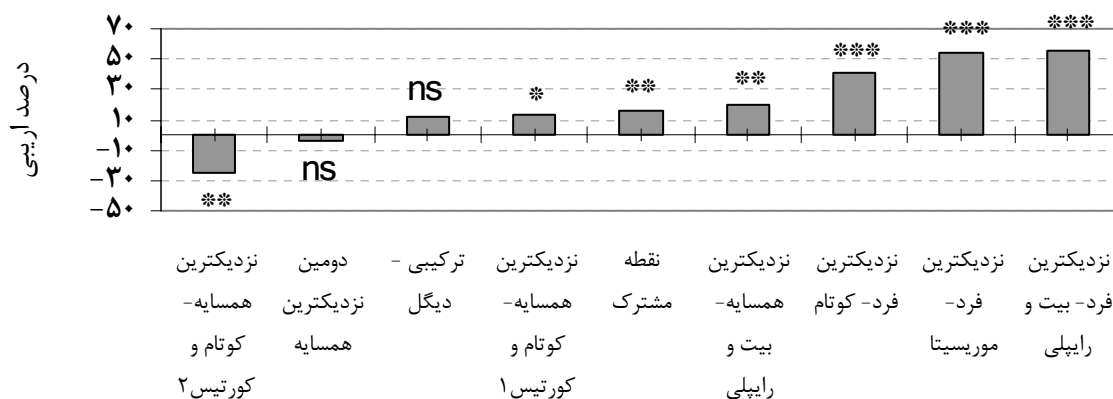
در جدول ۵ نتایج حاصل از اختلاف میانگین روش‌های مختلف نمونه‌برداری فاصله‌ای در برآورد درصد تاج پوشش در هکتار وارد شده است. نتایج بیانگر این مطلب است که اختلاف آماری معنی‌داری بین روش‌های مختلف



شکل ۳- برآورد درصد تاج پوشش در هکتار در روش‌های مختلف نمونه‌برداری

در هکتار با استفاده از آزمون t تک نمونه‌ای صورت گرفت. با داشتن مقدار واقعی تعداد درختان در هکتار و درصد تاج پوشش و همچنین میزان برآوردی آن‌ها، آریبی در هر تکرار به دست آمد. در مورد تکرار با توجه به اینکه نقاط (درختان) به صورت یک لایه در محیط GIS وارد گردیده و نقاط نمونه بین ۳۰ تا ۴۰ متغیر بود بنابراین برای هر روش نمونه‌برداری بین ۲۰ تا ۳۰ تکرار داشتیم.

نتایج شکل ۳ نشان داده است که درصد تاج پوشش درختان جنگل مورد بررسی برای روش‌های مختلف و همچنین برآورد کننده‌های مختلف، متفاوت است. طبق این نتایج، روش نزدیکترین فرد با برآورد کننده (1980) Byth & Ripley دارای کمترین برآورد و روش نزدیکترین همسایه با برآورد کننده (1956) Cottam & ۲ Curtis دارای بیشترین برآورد می‌باشد. آریبی برآورد تعداد



شکل ۴- آریبی برآورد تعداد در هکتار در روش‌های نمونه‌برداری مختلف و تحت برآورد کننده‌های متفاوت

Curtis و روش ترکیبی منفی شدند. به عبارتی، این برآورد کننده‌ها بیش برآورد (Over estimate) هستند اما در سایر روش‌ها این مقدار کمتر از مقدار واقعی بدست آمد. آریبی برآورد درصد تاج پوشش نیز با استفاده از آزمون t تک نمونه‌ای صورت گرفت.

نتایج شکل ۴ نشان داده است که فقط در روش نزدیکترین همسایه با برآورد کننده (1956) Cottam & ۱ Curtis اختلاف‌ها معنی‌دار نشدند، در سایر روش‌ها اختلاف میانگین‌ها معنی‌دار شدند. آریبی در دو روش نزدیکترین همسایه با برآورد کننده (1956) Cottam & ۲



شکل ۵- آریبی برآورد سطح تاج پوشش در هکتار در روش‌های مختلف نمونه‌برداری با برآورد کننده‌های متفاوت

برآورد آریبی در محاسبه تعداد در هکتار، میزان آریبی در دو روش نزدیکترین همسایه با برآورد کننده (1956) Cottam & Curtis ۲ و روش ترکیبی منفی شدند.

نتایج شکل ۵ نشان داده است که اختلاف میانگین‌ها (با آماربرداری صد در صد) فقط در دو روش دومین نزدیکترین همسایه و روش ترکیبی معنی‌دار نبودند ولی در سایر روش‌ها این اختلاف، معنی‌دار شد. البته همانند

برآورد کننده‌های (1980) Byth & Ripley و دو برآورد کننده (1956) Cottam & Curtis ۱ و (1956) Cottam ۲ & Curtis نیز مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به آماربرداری انجام شده در منطقه تعداد در هکتار برابر ۱۵۱ اصله و درصد تاج پوشش بدون آشکوب‌بندی ۶/۸ می‌باشد (برای مواقعی که گونه‌های درختچه‌ای قرار گرفته در زیر درختان در محاسبات، ارزیابی و شمارش نمی‌شوند). البته سطح تاج پوشش با آشکوب‌بندی برابر ۲۱ درصد می‌باشد ولی مقایسات و ارزیابی ما در این تحقیق با توجه به همان سطح ۶.۸ می‌باشد. همانطور که در شکل ۴ مشخص است، تعداد در هکتار درختان فقط در روش نزدیکترین همسایه با برآورد کننده (1956) Cottam & Curtis در مقایسه با مقدار واقعی، برآورد قابل قبولی را نشان می‌دهد و بقیه روابط و برآورد کننده‌های متفاوت برآورد آریبی دارند و در بستر موارد این برآورد کمتر از مقدار واقعی بدست آمد. حیدری و همکاران (۱۳۸۹) عامل این برآورد را در الگوی کپه‌ای منطقه بیان کردند.

نتیجه ارزیابی الگوی پراکنش مکانی کل درختان - مقدار محاسبه شده برای شاخص پراکنش Johnson & Zimmer بر اساس رابطه ۷ برابر با ۲/۵۲۲ بود، چون این مقدار از عدد ۲ بزرگتر است، پس بیانگر الگوی پراکنش کپه‌ای در جنگل مورد نظر می‌باشد. آزمون تصادفی بودن الگو با استفاده از رابطه ۸ محاسبه شد که Z برابر عدد ۱۵/۸۱ بدست آمد و چون این عدد از $+1/۹۶$ بزرگتر است پس الگوی پراکنش کپه‌ای منطقه، مورد تأیید قرار می‌گیرد.

بحث

هدف از این تحقیق ارزیابی ویژگی‌های کمی روش‌های نمونه‌برداری نزدیکترین فرد، نزدیکترین همسایه، دومین نزدیکترین همسایه، روش ترکیبی و نقطه مشترک بود. البته روش نمونه‌برداری نزدیکترین فرد با برآورد کننده‌های (1957) Morisita, (1980) Byth & Ripley و (1953) Cottam et al. و روش نزدیکترین همسایه با

برآورد پارامترهای کمی در جنگل‌های زاگرس باشد.

منابع مورد استفاده

References

- این نتیجه با تحقیقات (Sandgol 1995), Strickler (1962), Ghasemi Ghochghar *et al.* (2003), Laycock & (1975), Morisita (1957), & Staerns Batcheler (1963) Catana همخوانی دارد، آنها بیان کردند که در حالت پراکنش کپه‌ای برآورد تراکم در روش‌های نمونه برداری فاصله‌ای در بیشتر روابط کمتر از مقدار واقعی است که این خود می‌تواند دلیلی بر اریبی روش‌های نامبرده باشد. البته همانطور که قبلاً ذکر شد، اریبی وابسته به طرح (شبکه آماربرداری، تعداد نقاط نمونه و غیره) یا برآورد کننده می‌باشد. برآورد کننده نباید تحت تأثیر فاصله باشد ولی طبق نتایج بدست آمده از این تحقیق (شکل ۲ و ۳) مشاهده می‌شود، وقتی که فاصله بین نقاط نمونه و درختان و یا فاصله بین درختان کم باشد برآورد کننده‌ها، برآورد بیشتری از پارامترهای کمی ارائه می‌دهند که این خود می‌تواند معضل بزرگی برای تعیین پارامترهای کمی در جنگل‌های تنک باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که روش‌های فاصله‌ای در منطقه مورد مطالعه برآورد متفاوتی از تراکم گونه‌های درختی نشان می‌دهند. اختلاف روش‌ها در بین مناطق را می‌توان به فرم رویشی گیاهان و الگوی پراکنش مکانی آنها نسبت داد. در برآورد تراکم در ارتباط با الگوی پراکنش گیاهان، (Borhani *et al.* 2001) دریافتند که برآورد تراکم از الگوی پراکنش کپه‌ای به تصادفی و یکنواخت افزایش می‌یابد. اختلاف بین روش‌ها در هر منطقه با فرم رویشی و الگوی پراکنش مکانی یکسان ممکن است ناشی از ماهیت متفاوت روش‌ها در انتخاب گیاهان، اندازه‌گیری فواصل و همچنین نحوه محاسبه تراکم با توجه به فرمول‌های مختص هر روش باشد (Anderson *et al.*, 2006 و Bonham, 1989).
- روش‌های نمونه برداری دومین نزدیکترین همسایه و روش ترکیبی بندرت در جنگل‌های زاگرس مورد استفاده قرار می‌گیرد و همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد این روش‌ها در برآورد پارامترهای کمی نسبت به سایر روش‌ها از دقت بالاتری برخوردار بودند. بنابراین این نتایج می‌تواند زمینه‌ساز استفاده بیشتر از روش‌های مذکور در
- Anderson, R.C., Jones, S.L. and Swigart, R., 2006. Modifying distance methods to improve estimates of historical tree density from general land office survey records. *Journal of the Torrey Botanical Society*. 133(3): 449-459.
 - Askari, Y. and sohrabi, H., 2011. Evaluation bias of nearest neighbor method with different estimator in Zagros Forest, 1th National Conference of Capability and Brakes, Lorestan University, Khorramabad, 23 November, 7 p.
 - Batcheler, C.L., and Bell, D.J., 1970. Experiments in estimating density from joint-point and nearest neighbor distances, *Proceedings of the New Zealand Ecological Society*, 17: 111-117.
 - Beasom, S.L. and Hauck, H.H., 1975. A comparison of four distance sampling techniques in south Texas live oak Mottes. *Journal of Range Management*, 28(2): 142-144
 - Bonham, C.D., 1989. *Measurement of terrestrial vegetation*. John Wiley and Sons, New York, USA, 337p.
 - Borhani, M., Basiri, M. and Arzani, H., 2001. Patterns of vegetation distribution and its role on the efficiency of methods estimating density of *Artemisia steppe rangeland* in Esfahan. *Second National Conference on Range and Rangeland Management in Iran*, University of Tehran, Faculty of Natural Resources, Karaj, Iran: 649-662.
 - Byth, K. and Ripley, B. D., 1980. On sampling spatial patterns by distance methods. *Biometrics*, 36: 279-284.
 - Catana, A.J., 1963. The wandering quarter method of estimating population density. *Ecology*, 44(2): 349-366.
 - Cottam, G., and Curtis, J.T., 1956. Some sampling characteristic of a series of aggregated population. *Ecology*, 38(4): 610-622.
 - Cottam, G., Curtis, J.T. and wild Hale, B., 1953. Some sampling characteristics of a population of randomly dispersed individuals, *Ecology*, 34(4):741-757.
 - Diggle, P.J., 1975. Robust density estimation using distance methods. *Biometrika* 62: 39-48.
 - Engerman, R.M., Sugihara, R.T., Pank, L.F. and Dusenberry, W.E., 1994. A comparison of plotless density estimators using Monte Carlo simulation. *Ecology*, 75(6): 1769-1779.
 - Ghasemi Ghochghar, S., 2003. Evaluation of Spatial distribution pattern of trees with distance methods. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Recourses, University of Gorgan, 91 p.
 - Heidari, R. H., Zobeiri, M., Namiranian, M., Sobhani, H. and Safari, A., 2010. Study of accuracy of

- Tussock grassland species in New Zealand. *Journal of Range Management*, 28(1): 235-239.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F., 1988. *Statistical Ecology: a primer on Methods and computing*. John Wiley and Sons, New York, 337 p.
 - Mesdaghi, M., 2003. Booklet of ecology methods for M.Sc. graduates of forestry in university of Gorgan, 35 p.
 - Morisita, M., 1957. A new method for the estimation of density by the spacing method applicable to none randomly distributed populations. *Physiological Ecology*, 7(2): 134-144.
 - Pourbabaei, H., 2004. *Application of Statistics in Ecology*, University of Guilan, 480 p.
 - Safari, A., 2010. Evaluation of Spatial distribution pattern of *Quercus persica* and *Pistacia atlantica* Desf. in Zagros Forest) case study: Bayangan Forests, Kermanshah). M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, 83 p.
 - Sandgol, A., 1995. Comparison of efficiency different methods for inventory density in different ecosystem of Irani and Tourani region. M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 121 p.
 - Strickler, G.S. & F.W. Streans, 1962. The determination of plant density, 5(2): 30-40. In *Range reaserch Sympsium* (Denver. Co.) Usda Forest Service Miscellaneous Publication No 940, 172 p.
 - Zobeiri, M., 2002. *Forest biometry*. University of Tehran, 401 p.
 - nearest individual sampling method in Zagros Forests. *Iranian Journal of Forest*, 2(4): 322-330.
 - Jahanbazi Gojani, H., Ahmadi Korori, S., Talebi, M., and Khoshnevis, M., 1999. Study on Ecophysiology of *Juniperus polycarpus* in Chaharmahal and Bakhtyari province. Final research report, Agricultural and Natural Resources Research Center of Chaharmahal and Bakhtyari province, I.R. Iran, 87 p.
 - Karamshahi, A., 2007. Evaluation of different sampling of circular and distance methods. Ph.D. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 164 p.
 - Keiani, B., 2011. Comparison of efficiency distance sampling methods in Seiahkoh region of Yazd province. Ph.D. thesis, Faculty of Natural Recourses, University of Tarbiat Modarres, 135 p.
 - Kissa, D.O. and Sheil, D., 2012. Visual detection based distance sampling offers efficient density estimation for distinctive low abundance tropical forest tree species in complex terrain. *Forest Ecology and Management*, 263: 114-121.
 - Kleinn, CH. and Vilcko, F., 2006. A new empirical approach for estimation in k-tree sampling. *Forest Ecology and Management*: 522-533.
 - Krebs, C.J., 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins, New York, 653 p.
 - Laycock, W.A. and Batcheler, C.L., 1975. Comparison of distance measurement techniques for sampling

Comparison of five distance sampling methods for estimating quantitative characteristics of Zagros Forests

Y. Askari^{*1}, M. Zobeiri² and H. Sohrabi³

^{1*} - Corresponding Author, PhD student, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources, University of Shahrekord, Shahrekord, I.R. Iran. E-mail: askari.yousef@yahoo.com.

² - Professor., Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.

³ - Assistant Professor, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modarres, Nour, I.R. Iran.

Received: 18.09.2012

Accepted: 01.04.2013

Abstract

Distance sampling methods are extensively used for forests management of Zagros region of Iran. In the present study, estimation of quantitative characteristics of sampling methods, including individual, nearest neighbor, second nearest neighbor, compound and joint point, were studied and compared. The individual sampling method was examined, using the estimators of Morisita, Byth & Ripley and Cottam *et al.* and the nearest neighbor method was assessed, using the estimators of Byth & Ripley and two predictors of Cottam & Curtis1 and Cottam & Curtis2. Location of total trees and shrubs of a 53 hectare forest stand at Ardal city of Chaharmahal and Bakhtiari Province was recorded. Having the actual trees density and canopy cover percentage, as well as their estimated values, the bias of each replication was obtained. Difference between the bias and the actual values (for bias test) by one-sample t-test method and analysis of variance by Games Howell test, were studied. The results showed that the differences between the distance sampling methods in respect to mean trees density per hectare were significant, except for the nearest neighbor method, using the Cottam & Curtis1 estimator, which was not significant, whereas in respect to mean canopy cover percentage, the differences were significant, except for the second-nearest neighbor and the combined methods. According to the results of this study, it is suggested to use the Cottam & Curtis1 method for estimating the density and to use the compound sampling and the second nearest neighbor methods for estimating the canopy cover percentage.

Key words: individual, nearest neighbor, second nearest neighbor, compound, joint point.